

倒木接種によるきのこの省力的原木栽培の研究

藤原 直哉

Study of mushroom cultivation for felling tree

Naoya FUJIWARA

要 旨

藤原直哉：倒木接種によるきのこの省力的原木栽培の研究 岡山県農林水産総合センター森林研究所研報30：1-11（2014）きのこの省力的な栽培方法の開発と大径木の有効利用促進を目的として、倒木に直接チェーンソーで切削溝を刻んで駒種菌を接種する「倒木接種法」を試みた。その結果、コナラに接種したシイタケでは、深さ3～5cmの浅い切削溝に接種した場合、子実体収量は、年間で200kg/m³程度と従来法の120kg/m³を上回り、高収量で省力的な栽培が可能であることが判明した。

また、大径化したミズナラやカシノナガキクイムシ被害木への応用も可能であった。特に、未利用広葉樹を利用したヒラタケ、ナメコ、アラゲキクラゲの発生も確認された他、また針葉樹間伐木を利用したナメコ栽培も可能であるなど、倒木接種法は様々な用途に応用できることが判った。

キーワード：原木栽培, 倒木, 接種, 省力化, きのこ

I はじめに

岡山県の森林資源は、総面積465,631haであり、このうち針葉樹267,893ha(57.5%)、広葉樹197,738ha(42.5%)と、広葉樹が占める割合は大きい(岡山県 2013)。このうち国有林を除いた民有林の広葉樹の内訳では、森林面積の65.5%(図-1)、材積換算で70.3%の資源(図-2)が樹齢50年を超え、さらに高樹齢化する傾向にある。これら広葉樹は薪炭材の他、シイタケを中心とした食用きのこの原木材料として利用されてきた。しかし、シイタケ生産に適した原木の樹齢は、クヌギやコナラの場合、作業の効率性を考慮すると10～25年生前後で、太さは直径6～12cm程度である(全国森林組合連合会 1997)。つまり現時点で原木シイタケの生産に適した広葉樹は、材積換算で9%にも満たないことになり、近い将来には大径木が優占し、規格に適した原木そのものの入手が困難になることが推測できる。

一方、原木シイタケの生産量も減少し、主力である乾シイタケは1985年の468トン进行ピークとして、毎年減少傾向を示し、2009年で65トンと、ピーク時の13.9%にまで減少している(図-3、岡山県 2011a)。このうち、原木シイタケなどのきのこを含む特用林産物は、県の林業粗生産額の21%(14億円)に相当する重要な産業であるが(岡山県 2013b)、生産者の高齢化と原木の大径化により、原木シイタケの生産現場では、さらなる省力化や機械化が求められている。

また大径化した広葉樹を、原木としてきのこ栽培に利用することは、積極的に森林の更新を図ることに繋がるため、ブナ科樹木を枯死させることで問題となっている

カシノナガキクイムシ被害の抑制にも好影響を与える可能性がある。

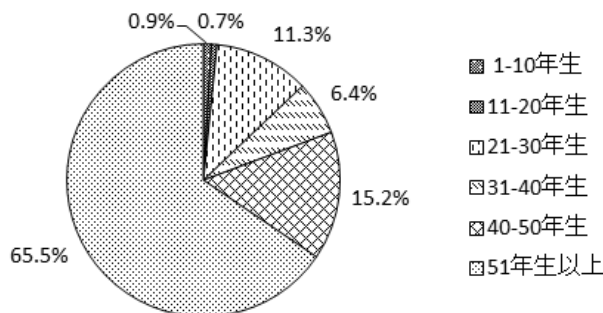


図-1 年齢階別民有林広葉樹の面積割合

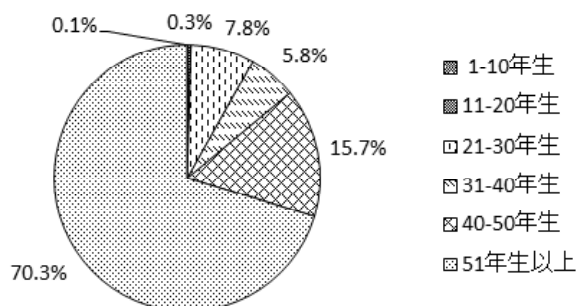


図-2 年齢階別民有林広葉樹の蓄積割合

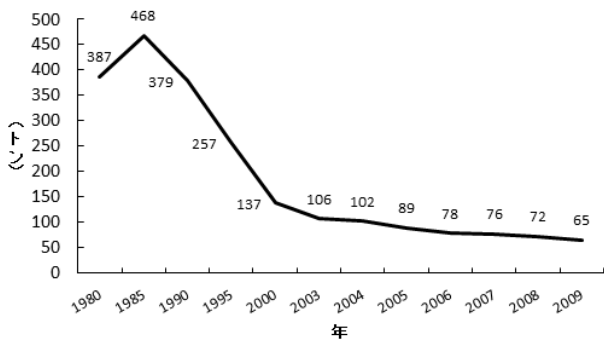


図-3 県内の乾シイタケ生産量の推移

そこで本研究では、従来の原木栽培法の生産過程を簡素化し、原木の移動作業を省略するなど、原木の大径化や生産者の高齢化を念頭に、原木栽培における労力の軽減を目的とした省力的原木栽培法について研究を行った。特に、原木の運搬を省略し、伐倒したその場で原木栽培を行うことを想定した。具体的には、森林内で接種作業を行うため、電源を必要とする従来の電動ドリルではなく、エンジンチェーンソーを用いた新規接種方法を開発した。

この研究は、2011～2013年の単県課題「倒木接種による省力的きのこ栽培方法の研究」で実施した。

II 材料と方法

1. シイタケ

(1) 収量調査

チェーンソーによる安定的な接種方法を明らかにするため、原木栽培に標準的に使用される大きさの広葉樹を選定し、2010年11月14日に、所内の15年生コナラ12本とアベマキ3本を伐採し、そのまま翌年の4月まで野外に置き、葉枯らし処理を行った。この原木は、直径と長さを計測して材積を算出した。

次に、2011年4月4日に枝払い作業と接種作業を行った。接種は、チェーンソーで幹の横断方向に切削溝を入れた後、その切削溝に種菌（駒菌、森産業製森290号）を打ち込んだ（図-4）。切削溝の深さは、原木直径の1/2と、1/3の2通りの方法を実施し、シイタケ菌の感染状況を調査した。また切削溝の間隔は、15、30、60cmの3段階に設定した。種菌は、切削溝の片端から3cm間隔で、種菌の上部が切削溝に入りきるまで打ち込んだ。そして、種菌の乾燥防止のため、市販のガムテープ（幅50mm）で切削溝を被覆し、これをホッチキスで固定し、剥がれを予防した。また、接種後の幹の上に切り落とした枝を交互に置いて庇陰し、直射日光の照射から保護した。

(2) 歩掛調査

作業工程の調査として、伐倒、枝払い、チェーンソーによる切削、接種、庇陰など一連の作業の時間を計測し、工程ごとの作業効率を算出した。発生した子実体は、個数と生重量を計測した。また切削溝の切り幅を計測し、各メーカーから販売されている駒種菌の規格との適合性を調査した。

(3) その他の調査

原木栽培では変則的となる冬期の接種が、本接種方法を県内で実施した場合に、どのような影響が現れるか調べるために、2012年12月12日に、新見市哲多町田淵地内で20年生のクヌギ6本を伐倒し、即日シイタケの種菌（森290号）を切削溝の間隔30cmで接種した。また大径木への適用性を確認するため、同年12月14日に、所内の30年生アベマキ1本を伐倒し、森290号を接種した。さらに、2013年2月23日に高梁市の美しい森において、コナラとアベマキに、菌興702号（菌興椎茸共同組合製）を接種した（表-1）。

さらに、従来法で利用される原木（長さ1.2m）についても、チェーンソーで切削溝を交互に付け、森290号を接種した。

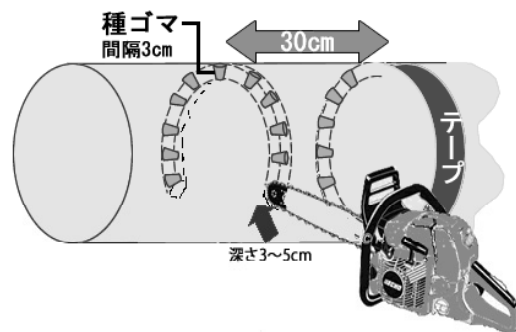


図-4 種菌の接種方法

表-1 試験の概要（シイタケ）

伐倒・接種日	場所	原木樹種
2011/4/4	所内	コナラ・アベマキ
2012/12/12	新見市	クヌギ
2012/12/14	所内	アベマキ
2013/2/23	高梁市	コナラ・アベマキ

2. ヒラタケ

2011年4月13日に、所内の45年生アオハダ4本を伐採し、切削溝の間隔を30cmに設定し、即日、種菌（日本農林種菌製日農743号）を接種した。接種方法はシイタケに準じ、種菌を接種した。接種後の管理としては、伐倒したまま林間内に放置し、周辺の草刈りを、6月と8月の年に2回実施した。

3. ナメコ

2010年11月14日に所内の15年生ヤマザクラを伐採し、2011年4月4日に種菌（森2号）を接種した。切削溝の間隔は、10cm, 15cm, 30cmの3段階に設定した。そして、2012年4月4日に、所内の30年生ヒノキを伐採し、切削溝の間隔を15cm, 20cm, 30cm, 45cmの4段階に設定した。同種菌を接種後、それぞれの原木をヒノキの枝で庇陰した。さらに2013年2月に所内の15年生スギを伐採し、同年4月23日に、切削溝の間隔を30cmで設定し、同種菌を接種した。

4. アラゲキクラゲ

2011年4月13日に、所内の10年生アカメガシワを伐採し、即日、種菌（森81号）を、切削溝の間隔を30cmに設定し、接種した。

5. カシノナガキクイムシ被害地におけるきのこ栽培

県北部の広葉樹利用を促進するために、2013年4～5月に、鏡野町上斎原地内のカシノナガキクイムシの被害地近隣の鏡野町A（未被害地）と鏡野町B（激害地）の2ヶ所で、接種試験を行った。鏡野町Aでは、シイタケ（森産製4M-10）をミズナラに接種し、鏡野町Bでは、シイタケ（4M-10）とナメコ（岡山県森林研究所保存）、ブナハリタケ（岡山県森林研究所保存）の種菌を、切削溝の間隔30cmで接種した（表-2）。鏡野町Bのシイタケは、ミズナラの穿入生存木と健全木に接種し、一年経過後に調査した。また、ミズナラ健全木の伐倒時期と、シイタケ種菌の接種時期を一ヶ月遅らせ、感染状況を観察した。ナメコとブナハリタケの種菌については、保存菌株を利用して、独自に駒菌を作成した。その手順を記載すると、市販の木工作用ダボ（直径8mm×長さ20mm、材質：ヨーロッパブナ）を、液体培地（片栗粉3g、イーストエキス2g、水道水1,000ml）に12時間浸漬後、さらに30分間煮沸した後、加熱滅菌（120℃、30分間）した。この滅菌したダボに、ナメコ（西栗倉村大茅産）とブナハリタケ（津山市加茂町倉見産）の保存菌株を接種し、気温24℃で2ヶ月間培養した。

表-2 試験の概要（カシノナガキクイムシ被害地）

伐倒・接種年月日	場所	原木樹種
2013/4/17	鏡野町A	コナラ健全木
2013/4/25	鏡野町B	ミズナラ健全木1
2013/4/25	〃	ミズナラ穿入生存木
2013/5/30	〃	ミズナラ健全木2

III 結果と考察

1. シイタケ

(1) 収量調査

2011年に接種したほだ木における子実体の発生は、接種から8か月経過後の12月初旬から始まり、接種2年目以降、本格的に発生した（図-5, 6）。

子実体の収量は、コナラでは接種から1年が経過した接種翌年の収量が最も多く、翌々年には減少した。単木ごとの収量は、表-3のとおりであった。なお、試験区のうち、1/2K15-1は、ほだ木が紛失したため、初年度のみ測定となった。単木ごとの収量では、コナラ、アベマキの各試験区で、材積が大きい試験区の収量が大きい傾向があり、特に、接種2年目の1/2K60-1では、8,562gもの収量が確認された。また、切削溝間隔が広い1/2K60試験区（溝の間隔が60cm）と、原木樹種が異なる1/2A30試験区（樹種はアベマキ）で発生遅延の傾向があったが、いずれの試験区でも子実体の発生は確認できた。実質的に長木栽培の一変法と考えられる倒木接種法では、当初、玉切りの省略による影響によって、原木の枯死が遅延する可能性が懸念されたが、チェンソーによって原木の導管を切断したことにより、材内の水分や栄養分の移動が阻害されるため、材細胞は、速やかに栄養分を消費し尽くして枯死したと推測している。

単木では、原木の大きさがそれぞれ異なるために、収量に大きな差が見られたが、全試験区数の73.3%に相当する試験区で接種当年から子実体の発生が確認できた。子実体の発生は、コナラでは、切削溝の深さや間隔に関わらず接種2年目に最大値を示し、3年目には減少した。このため、子実体の発生は間もなく終了すると予想された。一方アベマキでは、接種当年の収量はほとんど無く、2年目、3年目と経時的に増加した。これは、コナラ（気乾比重 0.76）に比べ、比重の大きいアベマキ（気乾比重 0.98）のほだ化が遅延したためと考えられ、3年経過後も増加傾向を示したことから、今後も発生が見込まれた。

このデータを基礎として、原木1m³あたりの子実体収量を算出し、グラフ化した（図-7）。このうちコナラ原木試験区での収量は、2年目にピークを迎え、アベマキ原木試験区では、3年目にピークを迎えた。子実体収量は全体的にばらつきがあり、コナラ原木試験区では、99.5～276.5kg/m³、アベマキ原木試験区では、82.0～333.6kg/m³とまちまちであった。これらのデータを詳細に比較すると、切削溝の深さ1/2試験区では、切削溝の間隔を15cm, 30cm, 60cmと変えると、30cm試験区では、収量が106.7～128.5kg/m³と、最も安定し、15cm試験区で145.9～276.5kg/m³、60cm試験区では、99.5～182.8kg/m³と、30cm試験区に比べると、収量が50～100%と、非常に不安定であった。

表-3 単木ごとの子実体収量

試験区	年度			合計(g)	材積(m ³)
	2011	2012	2013		
1/2K15-1	597	0	0	597	0.086
1/2K15-2	3,505	4,516	826	8,847	0.032
1/2K15-3	840	3,256	1,301	5,397	0.037
1/2K30-1	1,803	6,748	1,729	10,280	0.080
1/2K30-2	76	939	906	1,921	0.018
1/2K30-3	922	9,532	2,834	13,288	0.118
1/2K60-1	0	8,562	2,406	10,968	0.060
1/2K60-2	168	2,334	330	2,832	0.024
1/2K60-3	0	1,880	1,204	3,084	0.031
1/3K30-1	128	1,994	862	2,984	0.014
1/3K30-2	294	4,598	706	5,598	0.030
1/3K30-3	358	4,902	912	6,172	0.031
1/2A30-1	0	2,707	2,950	5,657	0.069
1/2A30-2	52	1,293	2,658	4,003	0.012
1/2A30-3	0	1,743	2,126	3,869	0.047

※ 区分は、1/2K30-1の場合、1/2（切削溝の深さ）K（コナラ）またはA（アベマキ）30（切削溝の間隔, cm）-1（個体番号）を示す。



図-5 子実体発生状況（コナラ, 接種2年目）



図-6 子実体の発生状況（アベマキ, 接種3年目）

また、比較的収量が安定していた1/2K30試験区および1/3K30試験区の収量の合計について分散分析を行った結果、表-4のとおり有意差が認められ（ $p < 0.01$ ），特に1/3K30試験区の収量では、3年間で200kg/m³前後と多く、切削溝は浅い方が優れていることが明らかとなった。

この結果について考察すると、切削溝の深さがより深くなることにより材の露出面が拡大し、切削溝内部の乾燥が進んでシイタケ種菌の感染が阻害され、原木全体に蔓延しきらなかった可能性があると考えられた。なお、切削溝の間隔が異なる1/2K30試験区と1/2K60試験区、また原木樹種が異なる1/2K30試験区と1/2A30試験区の分散分析では、有意差は認められなかった（ $p > 0.01$ ）。また、紛失した1/2K15試験区については比較できなかったが、これらの試験区で実施した接種方法は発生年の年変動が大きいことから、安定収入が見込めないため、本接種方法としての採用は見送る方針とした。

なお、従来法の収量が、5年間で120kg/m³である（千葉県 1993）ことを考慮すると、倒木接種法は、1.7倍の収量がある結果となり、栽培期間が長い原木栽培で、短期間に一定の収量を上げることができると予想された。

この収量について、2011年度の生しいたけの単価（林野庁 2012）を用いて試算すると、

$$200 \text{ (kg/m}^3\text{)} \times 927 \text{ (円/kg)} = 185,400 \text{ (円/m}^3\text{)}$$

となり、0.02m³/本の原木では、3,708円程度の収入になったため、今後の検討項目としたい。

次に発生した子実体の重量を階層化した（図-8）。これによると、収量を調査した3年間では、2011年には、最も小型の0-50規格と、その上位にある51-100規格の発生個数が全体の過半数を占めたものの、接種当年の収量はごく少なかったため、参考数値とした。全体の傾向として、0-50規格が最大の収量となり、過半数を占めることが明らかとなった。倒木接種では、発生した原基を調整せず、そのまま育成することから、全ての子実体の中では、0-50規格のシイタケが発生しやすい傾向を示しやすいと思われ、それより大型シイタケの占める割合は、少ないことが判明した。この時の発生数では、接種2年目が最も多く、3年目には減少に転じる傾向となった。

各試験区毎に検証すると、徐々に子実体の発生数が増加したアベマキの1/2A30試験区を除き、コナラでは接種2年目に発生数が最大になった（図-9, 10）。また、子実体の平均重量は、徐々に大型化したアベマキを除いては、経年によって小型化する傾向が確認された（図-11）。従来法によるコナラでの子実体発生数の合計は、8,521個/m³（大分県 2010）であり、これに比較すると、倒木接種法の1/3K30試験区での子実体発生数の合計

は、3,948個/m³であり、従来法の半分弱程度と少ない。

前述の結果では、全ての子実体の重量を比較した場合、相対的に0-50規格のシイタケが多いことが判明したが、その場合でも、従来法（大分県）のコナラ原木使用時の子実体平均重量が、10.1g/個であることを考慮すると、今回の倒木接種法で、最も安定的な収量を示した1/3K30試験区の平均では、50.9g/個あり、順調な感染条件であれば、従来法の5倍程度の子実体が発生することが示された。

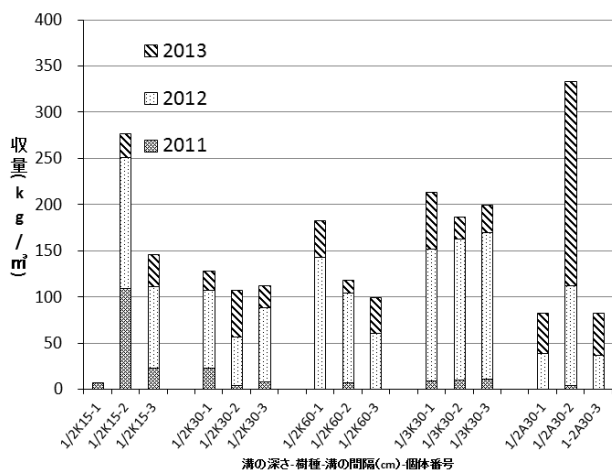


図-7 子実体の年度別収量

表-4 分散分析による検定

グループ	標本数	合計	平均	分散
1/2K30	3	347.83	115.943	126.925
1/3K30	3	598.84	199.613	176.291

変動要因	変動	自由度	分散	観測された分散比	F値	F境界値
グループ間	10501.003	1	10501.003	69.264	0.001	21.198
グループ内	606.432	4	151.608			
合計	11107.435	5				

注1 上段:概要 下段:分散分析表
注2 分散分析は、一元配置による

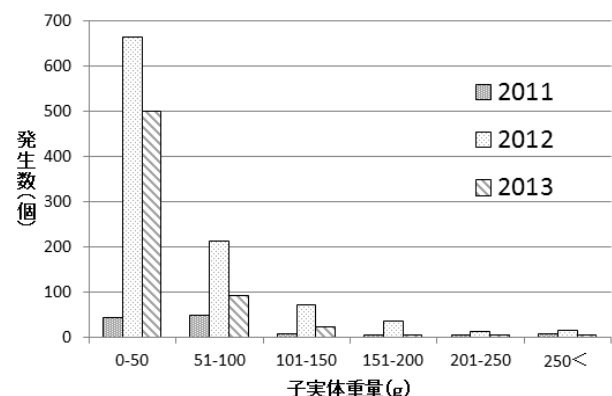


図-8 子実体の重量別発生数

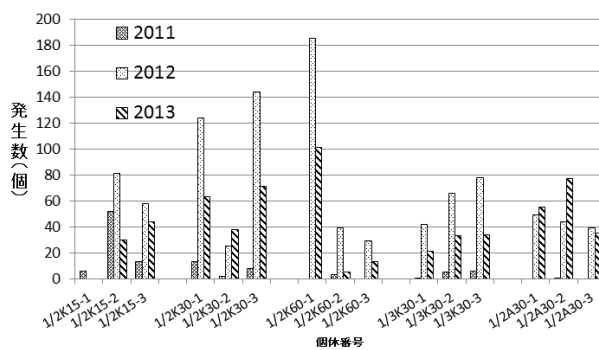


図-9 子実体の年度別発生数(単木別)

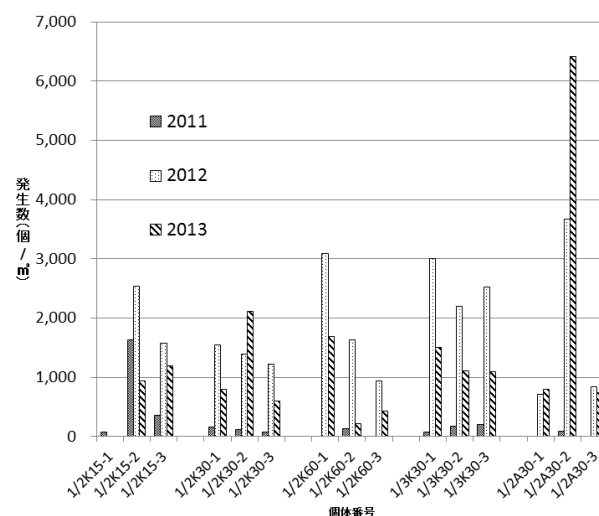


図-10 子実体の年度別発生数

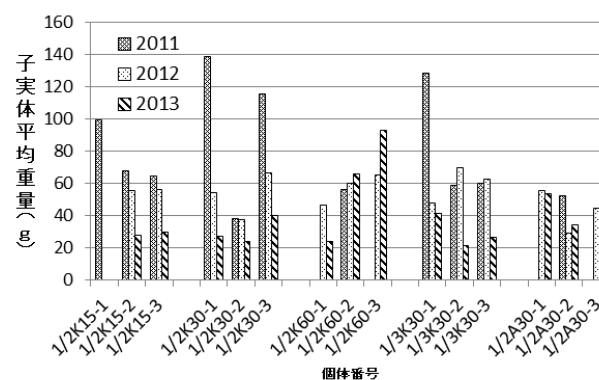


図-11 子実体の年度別平均重量

発生年度別の内訳では、2011年度は、51-100規格が45.2%と最も高い割合を示し(図-12)、最軽量の0-50規格は、41.3%で次点となっていたが、2012年度には逆転し、0-50規格は66.0%と増加し(図-13)、2013年度には、さらに80.5%に増加した(図-14)。つまり、経年によって小型の子実体の割合が増加する傾向が現れており、逆に上位規格の発生割合は、経年によって急速に減少する傾向が見られた。原木中には、セルロース、ヘミセルロース、

多糖類等種々の炭素源があり、リグニンも栄養源として利用される。シイタケの感染によるほだ化は、これらの栄養源がシイタケ菌糸によって徐々に分解され、消費されるため、経年によって栄養源は減少すると考えられた。接種当年から子実体が発生したことから、今回の倒木接種試験では、種菌接種後、半年余りが経過するうちに、菌糸が比較的早く材内に蔓延し、急速に材の分解が進んだことが推定できた。例えば、同じ栽培条件であっても、切削溝の間隔が、30cmと60cmと異なる1/2K30試験区と1/2K60試験区を比較すると、1/2K60試験区では接種当年の発生がほとんど無く、2年目に発生が集中している。

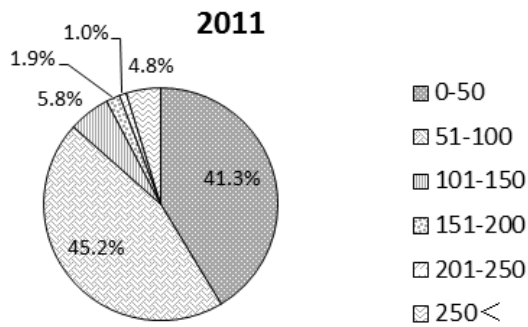


図-12 シイタケの重量別子実体割合 (2011年度)

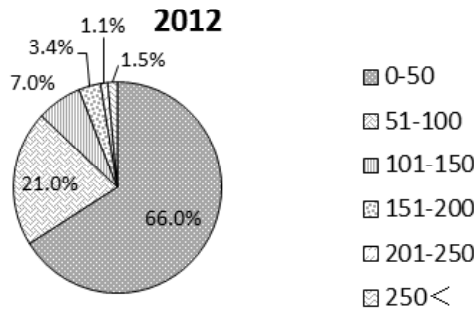


図-13 子実体の重量別割合 (2012年度)

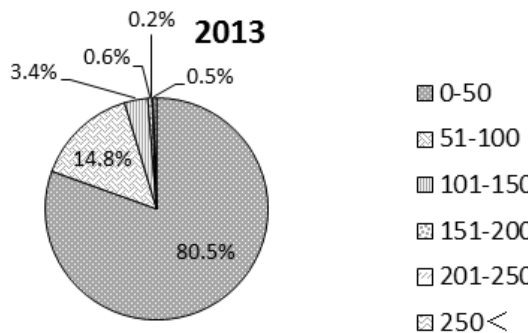


図-14 子実体の重量別割合 (2013年度)

この原因として、切削溝の間隔が60cmと離れていることから菌糸の感染に時間を要し、ほだ化が遅延したと考えられた。このことから、原木を着実にほだ化させるには、切削溝の間隔が狭い方が良く考えられ、作業性や種菌の接種効率を考慮すると、30cm間隔が適当と考えられた。次に、各年度毎に発生時期別に子実体の発生個数を区分した(図-15, 16, 17)。2011年度では、秋子(10-12月発生分)より、春子(1-3月発生分)の方が多く、過半数を占めた。ほだ木の樹皮下に形成されている原基は、子実体の発生に適した環境を察知すると成長するが、今期は接種当年であるため、原基の充実までに一定の期間を要したと考えられた。2012年度の春子と秋子の比較では、春子より秋子の発生が多く、全ての規格で春子の収量を上回った。また、2013年度の発生傾向も同様の傾向であった。

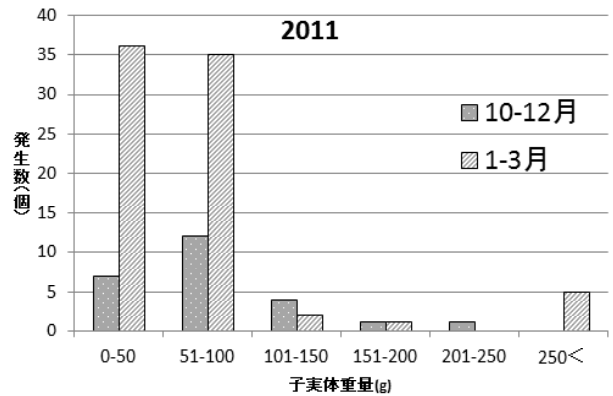


図-15 子実体の時期別発生数 (2011年度)

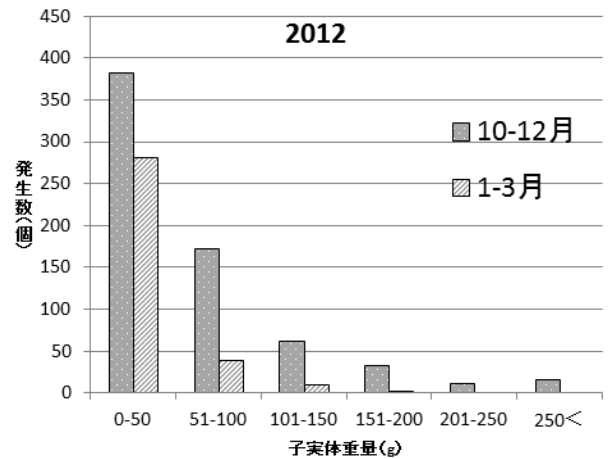


図-16 子実体の時期別発生数 (2012年度)

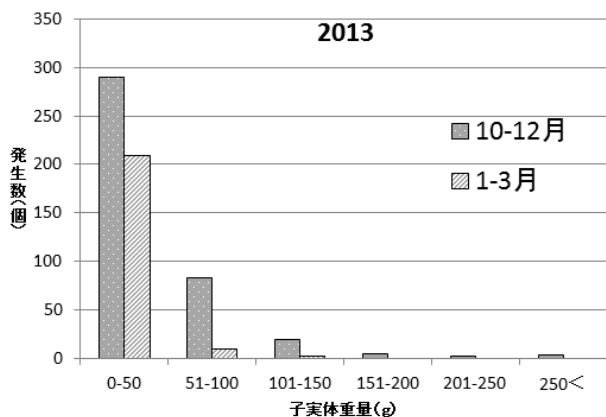


図-17 子実体の時期別発生数 (2013年度)

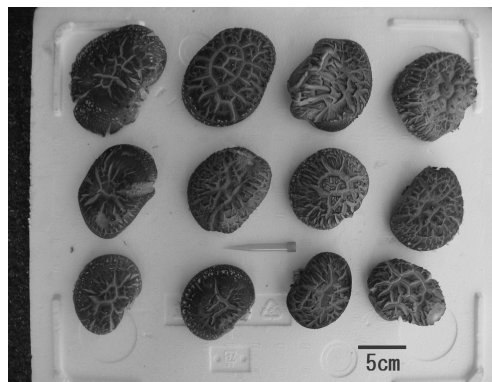


図-18 子実体の外観 (春子・表面)

(2) 歩掛かり調査

倒木接種の一連の作業を実施しながら、工程毎に歩掛かりを調査したところ、以下のデータを得た。なおチェーンソー作業従事者は、伐倒・枝払い・切削作業までを一連の工程とし、その他の作業従事者は、接種・テープ被覆・そだ掛けを一連の工程として調査した。また、このデータを基に、一人でチェーンソー作業と他の接種作業を実施したときの歩掛かりを算出した(表-5)。

表-5 各作業の歩掛

作業内容	歩掛
伐倒・枝払い・切削	17.2 本/人・日
接種・テープ被覆・そだ掛け	8.6 本/人・日
伐倒～そだ掛け(全作業)	5.7 本/人・日

※ 元口直径 18cm, 長さ 6m, 溝30cm間隔, コナラの場合

その結果、チェーンソー作業は、17.2本/人・日となり、チェーンソー作業従事者は、伐倒・枝払い・溝の切削作業であれば、17.2本/日进行处理することができる。これは、2本/時間程度の処理ペースに該当する。また接種作業は、8.6本/人・日となり、チェーンソーを持たない一般の作業従事者は、接種・テープ被覆・そだ掛けで、8.6本/日进行处理することができる。これは、1本/時間程度の処理ペースに相当する。これら一連の作業を一人で実施した場合、5.7本/日程度进行处理することができるが、対象木の樹種や長さ、立地条件や大きさによっても、若干の差が生じると予想できるので、適宜、調整する必要がある。

発生した子実体(春子)の外観は下記のとおりであった。傘の表面の色は茶褐色で、全体に亀裂が入り、著しい変形は無かった(図-18)。また裏面は白色で、縁部の巻き込みや柄の着生状態についても、異常は見当たらなかった(図-19)。

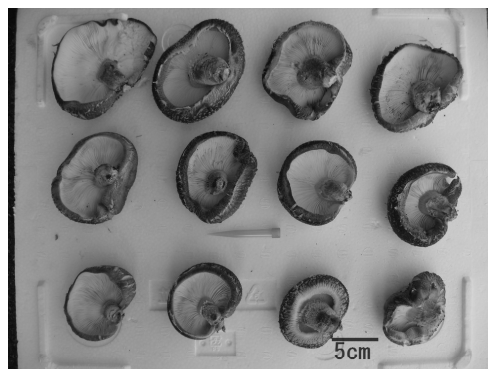


図-19 子実体の外観 (春子・裏面)

(3) その他の調査

次に、チェーンソーの切削溝の幅の実測値と、それに適合する種菌(駒菌)の調査結果を表-6に示す。当所で使用している各メーカーのチェーンソーには、ソーチェーンが標準品として装着されていたが、いずれも切削溝の幅は、9.0mm程度であった。そのため、この幅に適合したのは、セッコーと森産業の2社の種菌であった。そして、OREGON社のソーチェーン95VP(X)やその同等品では、切削幅が8.0mmとやや狭く、この場合には、調査したほぼ全ての種菌が該当することが判明した。前述の2社の種菌は、溝より1mm以上大きいことから、打ち込みによって種菌が変形するものの、接種作業は可能であった。

次に、標準的に種菌の接種間隔を3cm、切削溝の間隔を30cmとした場合の、原木3mあたりの必要駒数を表-7に示す。原木の直径10~100cmで想定した場合、目安として原木1m当たりでは、直径の約2倍の駒数となる。標準的な原木栽培では、原木直径の3~5倍の駒数を推奨しているため、それと比較した場合40~67%の駒数となり、非常に経済的である。

一例として、直径30cm, 長さ3mの原木に、単価3円の種菌を接種した場合の条件で諸費用を試算すると、

(計算式)

$$\text{種菌代 (円)} = \text{原木の平均直径 (cm)} \times \text{倍数 (倍)} \\ \times \text{原木の長さ (m)} \times \text{種菌単価 (3円/個)}$$

接種法	直径(cm)	倍数(倍)	長さ(m)	種菌単価(円/個)	種菌代(円)
従来法・3倍打ち	30	3	3.0	3	810
従来法・4倍打ち	30	4	3.0	3	1,080
従来法・5倍打ち	30	5	3.0	3	1,350
倒木接種法	30	2	3.0	3	540

となった。倒木接種法では、さらにテープ被覆を必要とすることから、テープ代を、

$$\text{原木の周囲長 (m)} \times \text{溝本数 (本)} \\ \times \text{テープ単価 (3円/m)}$$

として試算すると、

$$0.30(\text{m}) \times 3.14 \times 10(\text{本}) \times 3 (\text{円/m}) \approx 30\text{円}$$

となるため、倒木接種では、種菌代(30円)とテープ代(540円)の合計570円が、原木3m当たりの接種費用となり、従来法のいずれの接種法より安価である。

この他に、チェーンソーの燃料や油脂の費用を試算する必要があるが、従来法では電動ドリルを作動させるために発電機を運転させる必要があることや、玉切りや原木の運搬に関する燃料費や労力が必要であるため、今回は計上を省略した。

表-6 切削溝の幅と種菌の幅の比較

メーカー	型番	切削溝の幅(mm)	種菌メーカー	種菌の幅(mm)
標準	標準	9.0	セッコー	9.3
			森産業	9.2
OREGON	95VP(X)	8.0	菌興	8.0
	同等品		秋山	8.5
			大貫菌曹	8.5
			加川	8.5
			河村式	8.5
			キノックス	8.5
			富士種菌	8.7
			北研	8.8
			セッコー	9.3
			森産業	9.2

なお、2012年12月に伐倒後、即日、接種を行った新見市のクヌギと、2013年2月に接種した高梁市のコナラについては、2014年の4月下旬から子実体の発生が確認された。一方で、2012年12月に接種した所内のアベマキ大径木は、翌年の2013年10月には木口に菌糸紋が確認できたが(図-20)、2014年3月時点で、子実体の発生を確認できていないため、さらに調査を継続する必要があると考えられ、先行する試験結果から、樹皮が厚いアベマキ(元口直径40cm)でのシタケの発生は、接種2年目の2014年度以降になると予想された。

表-7 原木直径別の種菌必要数

直径(cm)	円周(cm)	駒数/溝(3cm間隔で接種)	駒数(30cm間隔・3m)
10	31.40	6.28	63
15	47.10	9.42	94
20	62.80	12.56	126
25	78.50	15.70	157
30	94.20	18.84	188
35	109.90	21.98	220
40	125.60	25.12	251
45	141.30	28.26	283
50	157.00	31.40	314
55	172.70	34.54	345
60	188.40	37.68	377
65	204.10	40.82	408
70	219.80	43.96	440
75	235.50	47.10	471
80	251.20	50.24	502
85	266.90	53.38	534
90	282.60	56.52	565
95	298.30	59.66	597
100	314.00	62.80	628



図-20 アベマキの木口に現れた菌糸紋

県内には、利用されないまま放置されているアベマキなどの広葉樹が多数あるが、シタケ栽培用原木として、現地でそのまま省力的に利用することが可能であることが示唆された。

また、従来法のコナラ原木(長さ1.2m)にチェーンソーで接種を試みたところ、接種翌年の10月下旬から子実体が発生することが確認され(図-21)、従来法にも応用できることが判明した。



図-21 チェンソー接種により、原木に発生した子実体

2. ヒラタケ

ヒラタケは、接種1年7ヶ月経過後の11月から翌年の1月まで発生した(図-22)。子実体の発生は、当初は切削溝付近から発生し、その後、地際など随所から発生した(図-23)。



図-22 アオハダから発生した子実体

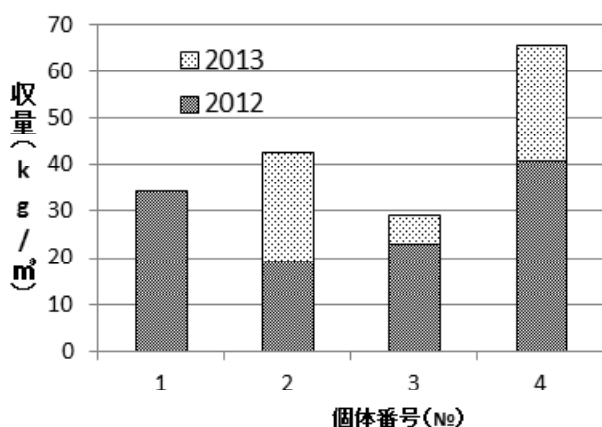


図-23 子実体の収量(アオハダ, 2年間)

接種から2年目の2012年度では、全てのアオハダから子実体が発生したが、3年目の2013年度には、No.1など発生が無い試験区もあった。このことからアオハダは、ヒラタケ原木として利用可能ではあるが、安定した発生は見込めないと思われた。No.4は、2012年度に40.6kg/m³、2013年度には24.7kg/m³と今回の試験で最大の収量があった。理由として、No.4の設置場所がササに覆われ、ほだ木の乾燥が抑制された結果、湿潤な条件を好むヒラタケの生育が良好に保たれたのではないかと推測した。

3. ナメコ

ヤマザクラを原木とした試験区では、接種当年の11月下旬から翌年1月下旬までの2ヶ月間、ほだ木の地際接触部から子実体が発生した(図-24)。切削溝の間隔が10cmの試験区では、接種当年の2011年度と2012年度の発

生は確認されず、2013年度のみ発生となった(図-25)。この10cm試験区では、カワラタケなどの害菌が発生したことから、切削によって生じた故損部が露出し、材の乾燥が進行し、カワラタケなど乾燥環境に生息しやすい害菌が感染したことが、発生不良に繋がったと考えられた。今回の試験では、15cm試験区での収量が最も多く、3年間で25.0kg/m³と30cm試験区の10.9kg/m³と比較し、2倍以上の収量となった。この結果から、切削溝の間隔が30cm程度になると、ナメコ菌糸の蔓延に長期間を要する可能性があると考えられた。

また、原木にヒノキ間伐材を使用した試験区では、接種当年の2011年度に、ごく少量の子実体が発生したが、一部のみで止まった。そして接種2年目の2013年度には、20cm、30cm、45cmの各試験区の一部で子実体が発生した(図-26)。その収量に規則性は無く、それぞれが全く異なる結果を示した。これは、ヒノキの抗菌成分による影響が考えられ、原木の個体によってナメコの感染度に差が生じた結果に由来すると思われた。今回の試験で、子実体の収量が少なかったものについても、菌糸が蔓延すれば順次子実体が発生すると予想されるので、今後も調査を継続していく必要があると思われた。この試験は、スギやヒノキなど針葉樹間伐材の利用を目的として実施したものであり、例えば20cm-1試験区では、43.3kg/m³もの子実体が発生した。このことは、ヒノキを利用したナメコ栽培の収量が、明確に示されていない中では特筆に値し、ほだ化に成功しさえすれば、一定の収穫が見込めることを示している。ナメコは、特に湿潤な環境を好むきのこであるので、伏せ込み時に湿度の高い場所を選択することによって、ほだ化の成功率と収量を向上させることが可能と考えられた。スギについて、接種当年の発生は一部で確認しているが、ごく少量であったことから計測に至らなかったため、引き続き調査を継続し、収量を明らかにしたい。



図-24 ヒノキ間伐材から発生した子実体

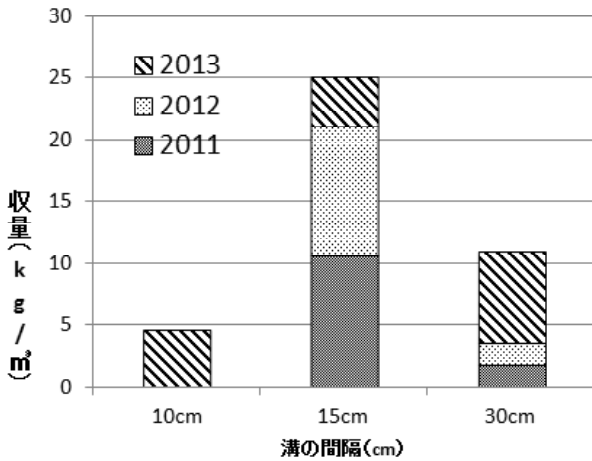


図-25 子実体の収量 (ヤマザクラ, 3年間)

カシ類やカエデ類, ヤナギ類など多くの広葉樹を原木として利用できるため (日本きのこセンター 2004), 伐採後, 萌芽更新を繰り返すことにより, 継続的に原木栽培に利用することが可能である。



図-27 アカメガシワから発生した子実体

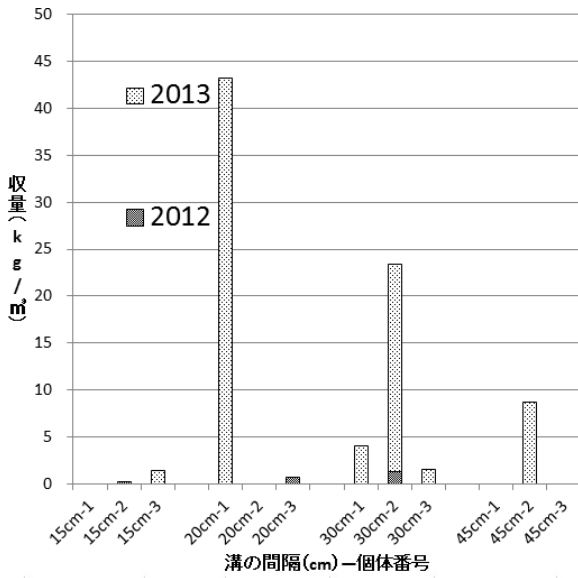


図-26 子実体の収量 (ヒノキ, 2年間)

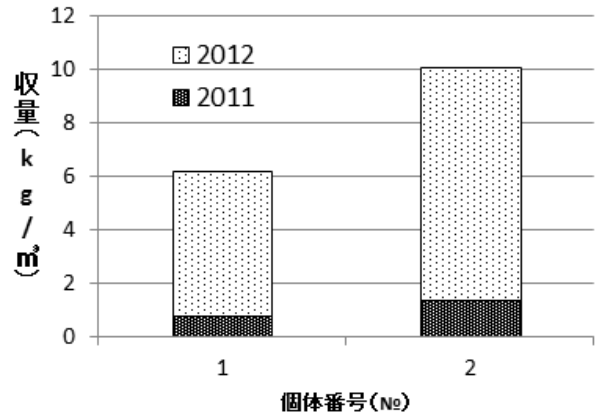


図-28 アラゲキクラゲの収量 (アカメガシワ, 2年間)

4. アラゲキクラゲ

アカメガシワは, 日当たりの良い場所に生育する早生樹であり (山陽新聞社 1989), 県内の風倒木跡地などで定着が確認されているため, アラゲキクラゲの原木利用を試みた。その結果, 接種当年の9月下旬から11月下旬まで子実体が発生し, 接種2年目では6月初旬から11月初旬まで発生が確認できた (図-27)。その後, ほだ木は速やかに腐朽し, 子実体の発生も確認されなかったため, 発生期間は2年間程度と思われた。

アラゲキクラゲの子実体は, 板状で乾燥しやすく, シイタケやヒラタケに較べると収量は期待できないが, 接種から収穫までの期間が短く, 最短で5か月程度であるため, 早期に結果を知ることができる。今回の試験では, 2年間で6.2kg/m³または10.0kg/m³程度の収量があった (図-28)。アラゲキクラゲは, アカメガシワの外にも,

5. カシノナガキクイムシ被害地におけるきのこ栽培

鏡野町内のカシノナガキクイムシ穿入生存木と健全木では, 接種3ヶ月経過後, 全ての木口に菌糸紋が現れ, シイタケ菌糸が十分に蔓延していることが確認できた。そして接種1年経過後には, 穿入生存木の一部と健全木の全試験区で, 子実体が発生した (図-29)。このことから健全木だけでなく, カシノナガキクイムシ穿入生存木についても, 現地でシイタケ栽培に利用できることが判明した。今回利用した穿入生存木と健全木は, いずれも直径30cmを超えるミズナラの大径木であったが, シイタケの栽培は可能であることが明らかとなった。

ナメコとブナハリタケは, 接種から1年経過後の春季には, 全試験区で菌糸紋が確認できたが (図-30), 子実体は発生しなかったため, 発生適期である秋季以降の発生が予想された。特にブナハリタケは腐朽力が強い (特許庁 2006), カシノナガキクイムシの幼虫の餌

であるナラ菌 (*Raffaelea quercivora*) の繁殖を阻止できれば、幼虫を餌不足により、飢餓状態に追い込み、間接的にカシノナガキイムシの増殖を抑制できる可能性があると考えられた。

そこで本研究については、次期課題の中で引き続き研究することとした。なお、今回の試験は最初の試みであり、試験地が遠隔地であることから、予備試験として子実体発生の確認しか行わなかったが、菌糸の蔓延状況から、子実体の大量発生が予想されるため、引き続き収量調査を実施したい。



図-29 穿入生存木から発生したシイタケ（接種1年後）



図-30 ブナハリタケの菌糸紋（接種1年後）

IV まとめ

今回、作業の省力化を目指して倒木接種に取り組んだが、この目的については、ほぼ達成できたと思われた。また、シイタケの収量が従来法よりも多いことや、収穫の目安となる子実体の発生に関する特徴についても把握することができた。そして、本接種法によって比較的容易に大径化した広葉樹を利用することができるようになったことから、過齡林の更新や針葉樹間伐木の利用、台風被害地跡に生育してきた早生樹の利用を一層促進することが可能になったと考えられた。これまでの問い合わせ

せでは、山林所有者、財産区の間伐材や広葉樹の有効利用、美しい森や公有林を利用した自然教育等での利用が模索され、好評を得ている。今回接種したヒラタケやナメコや、カシノナガキイムシ激害地内で接種したシイタケやナメコ、ブナハリタケについて、今後数年間の発生が見込まれるため、引き続き調査を行う予定である。本手法の経済性については、それぞれのきのこの収量が確定し、品質等についての評価が得られる段階に到達した後に、考察を行いたい。なお、今回の調査にご協力頂きました鏡野町、作州かがみの森林組合にお礼を申し上げる。

引用文献

- 千葉県 (1993) シイタケ栽培の基礎技術. マテバシイを利用したシイタケ栽培の手引き :14-15
- 日本きのこセンター (2004) アラゲキクラゲ. 図解よくわかるきのこ栽培 :pp. 86-90 .家の光協会, 東京
- 岡山県 (2011) II 特用林産物の生産・販売の状況. 平成21年次岡山県特用林産物生産流通統計 (平成23年2月) :4-5
- 岡山県 (2013a) II 部 統計資料. 岡山県森林・林業統計 (平成25年3月) :54-56
- 岡山県 (2013b) II 部 統計資料. 岡山県森林・林業統計 (平成25年3月) :15p.
- 大分県 (2010) シイタケ栽培の実際. 原木しいたけ栽培入門テキスト :7-12
- 林野庁 (2012) 平成24年特用林産基礎資料. 特用林産生産統計調査 :<http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?lid=000001116813>
- 山陽新聞社 (1989) アカメガシワ. 岡山の樹木 (上) :119p.
- 特許庁 (2006) ブナハリタケ. きのこの栽培方法 :201 p. http://www.jpo.go.jp/shiryousonota/hyoujun_gijutsu/kinoko/2-1-27.pdf#1
- 全国森林組合連合会 (1997) しいたけ原木の選び方. しいたけ栽培と優良原木 :8-13 .全森連, 東京 .